

# Energiahatékony versenyjármű irányítási rendszerének optimalizálása

## Optimization of energy efficient vehicle control system

KECSKEMÉTI István<sup>1</sup>, SZELI Zoltán<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Széchenyi István University SZE-JKK Győr, Hungary [kecskemeti.istvan@ga.sze.hu](mailto:kecskemeti.istvan@ga.sze.hu)

<sup>2</sup> Széchenyi István University SZE-AUT, SZE-JKK Győr, Hungary [szeliz@sze.hu](mailto:szeliz@sze.hu)

### Kivonat

*Energiahatékonsági versenyre fejlesztett elektromos jármű irányítási rendszerének fogyasztás optimalizálásának és tömeg csökkentésének kivitelezése. Figyelembe véve a szűk belteret fontos az eszközök helyigényének minimalizálása, a funkcionalitás megtartása mellett. A jármű jelenlegi irányítási rendszerének kiváltása céljából egy teljesen új központi egység került megtervezésre, amely továbbra is biztosítja az autó működtetéséhez szükséges kommunikációt és jelfeldolgozást, miközben jelentős mértékben csökkent a fogyasztása.*

**Kulcsszavak:** CAN, fogyasztáscsökkentés, mikrovezérlő, PCB gyártás, irányítási rendszer

### Abstract

*The optimization of consumption and weight reduction of an electric vehicle designed for an energy efficiency competition. Considering the small inner space, it is important to minimize the size of the devices, while keeping the functionality. In order to replace the current control system of the vehicle, a completely new device was designed, which continues to provide vehicle communication and signal processing, while highly reducing the consumption.*

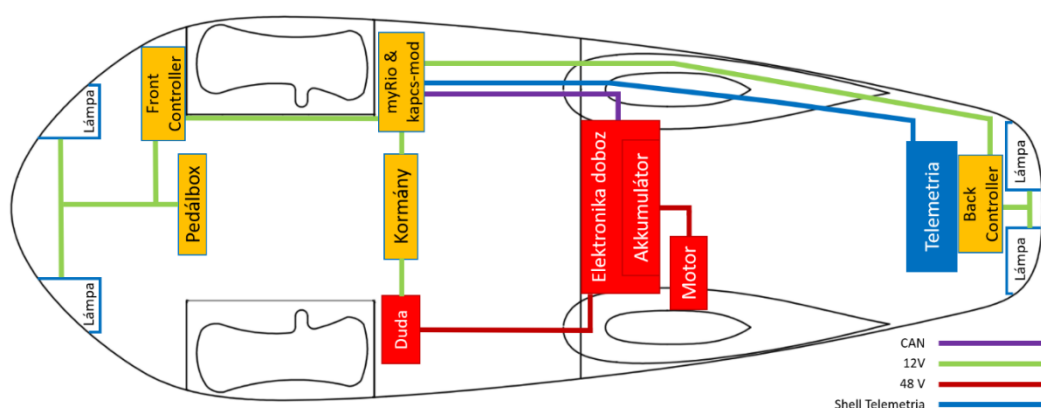
## 1. BEVEZETÉS

A járműirányítási rendszerek alapjaiban határozzák meg egy gépjármű működését, és a különböző funkcióit, ezért kulcsfontosságú felmérni, milyen követelményeket támasztunk a rendszerrel szemben. Az autóiparban jelenleg is sokféle megoldás létezik a különböző funkcióvezérlések kialakítására, valamint az egyes elektronikai rendszerek kiépítésére, de energiahatékonsági szempontból olyan rendszert kell felépíteni, ami képes ellátni a szükséges feladatokat, de nincs, vagy kevés a kihasználatlan funkciója. Kísérleti versenyjárműünkben eddig egy National Instruments gyártmányú myRio FPGA alapú vezérlőegység volt, mely felelős volt a szenzor jelek feldolgozásáért és a járműirányítás optimalizálásáért. Az új rendszer már csak azokra a funkciókra fókuszál, ami elengedhetetlen az autó működéséhez.

## 2. 2019-ES RENDSZER

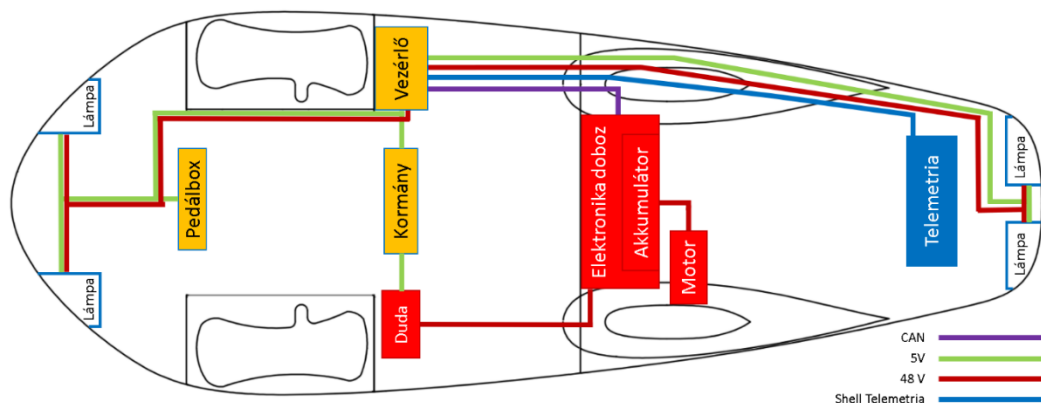
A 2019-es évben a versenyjármű rendszere az 1. ábrán látható.

A rendszer központi eleme a myRio. Az autóban található LIN hálózat mester eszköze is itt található, mely az autó perifériáit vezérli. Másik fontos szerepe, a gázkar és gázpedál mellett található Hall-szenzorok értékeinek beolvasása, feldolgozása és továbbítása a motorvezérlő felé CAN [1] hálózaton. A verseny során kizárólag a gázkar van használva, viszont szabály írja elő a gázpedál meglétét. Továbbá a myRio adatnaplózást is végez USB-n keresztül minden elektronikai paraméterről, a versenyek utáni kiértékelés céljából.



1. ábra 2019-es elektronikai rendszerterv

Maga az eszköz több kimeneti porttal rendelkezik, ezeknek kevesebb mint fele volt felhasználva. Üresjárásban egy átlagos myRio 200 mA körüli fogyasztással rendelkezik, viszont megnövelt processzor használat mellett akár 600 mA-t is fogyaszthat. A myRio háttérben futtatott szimulációi rendkívül megterhelték azt, így állandóan magas fogyasztás mellett üzemelt, valamint más kapcsolódó elektronikai elemek cseréje és az új rendszer (2. ábra) felépítése miatt is indokoltá vált egy új vezérlőáramkör elkészítése.



2. ábra 2020-as elektronikai rendszerterv

### 3. VEZÉRLŐTÁBLA

A követelményeket kidolgozva egyértelműen meghatároztuk a megfelelő mikrovezérlőt, melynek képesnek kell lennie a CAN hálózati kommunikációra, analóg-digitális jelek írására-olvasására, továbbá 16 bites architektúrával kell rendelkeznie, és 5V-os tápfeszültségről kell üzemelnie. Ezek alapján a Microchip [2] dsPIC termékcsalád közül a dsPIC33EV128GM103 lett kiválasztva, mely egy CAN csatornával, elegendő digitális és analóg porttal rendelkezik, és több altatási lehetőséget is biztosít. A mikrovezérlő 5 V tápfeszültség mellett maximum 30 mA árammal működik, ami elenyésző a myRio működési áramához képest.

Az új rendszerben minden periféria egyszerű digitális jelek küldésével lesz vezérelve. A bemenetekhez mindenhol gombok vagy kétállású kapcsolók lettek felhasználva. Minden periféria megfelelő számú bemenettel lesz ellátva, így minden szükséges funkciót ki tudnak majd szolgálni, mint például a duda működtetése, fényszóró, irányjelző vezérlése, esetleg vészjelzés bekapcsolása.

#### 3.1 Áramkör megtervezése

Az áramkör megtervezéséhez az Altium Designer szoftvert használtuk, mellyel előbb a kapcsolási rajzot, majd a nyomtatott áramköri terveket (3. ábra) készítettük el. A kapcsolásunk tartalmazza a mikrovezérlőt és környezetét, egy Buck konvertert és a be és kimeneti csatlakozókat.

A konverter kiválasztásánál fő szempont volt a széles bementi feszültség tartomány és a magas hatásfok. A bemeneten 48 V feszültséget kell 5 V-ra konvertálni maximum 250 mA kimeneti áram mellett. Bár a mikrovezérlő áramfelvétele ennél az értéknél jelentősen kisebb, a jövőbeli fejlesztéseket figyelembe véve választottunk ekkora kimeneti áramot. A választott konverter a Texas Instruments által gyártott LM5166DRCR, mely akár 92%-os hatásfokkal is képes működni a megfelelő körülmények mellett. A konverter környezete a gyártói ajánlások [3] alapján készült el.

A mikrovezérlő minden bemenete prell mentesítve lett, mivel a gombok kapcsolásakor az érintkezők rezegnek, és emiatt a bemeneten többszöri szintváltás következik be, ami hibás működéshez vezethet.



3. ábra Vezérlőtábla 3D modellje

A gázpedálnál és gázkarnál található korábbi Hall-szenzorokat potméter váltja fel, ezeknek az értékét kell a mikrovezérlőnek feldolgoznia valamely analóg portján [4], majd digitalizálni azt a CAN üzenetek összeállításához, mellyel a motorvezérlő felé szolgál információval.

A mikrovezérlő jelenleg a következő funkciókat fogja kapcsolni:

- fényszóró,
- irányjelző,
- fékjelzés,
- vészjelzés,
- periféria engedélyező jel.

Ezen túl minden I/O port ki lett vezetve szabad felhasználásra, így lehetővé téve a jövőbeli funkciók egyszerű implementálását.

### 3.2 Versenyjárműbe építés

A tervezés során fontos szempont volt a fizikai méret minimalizálása és a könnyű szerelhetőség. A régi rendszerben a myRio alatt helyezkedett el a kapcsolótábla, amiben egy LIN Slave eszköz volt beépítve. Az új rendszerben már nem lesz myRio, kikerül a LIN hálózat és a periféria vezérlők is átalakulnak, ezért a legideálisabb hely az új vezérlő számára a kapcsolótábla. A CAN hálózat egy szabványos D-SUB 9 csatlakozóval kapcsolódik, míg a be és kimenetekre egy D-SUB 15 csatlakozik. A kapcsolótábla dobozán (4. ábra) hat darab billenőkapcsoló is található, a funkciók kezelésére.



4. ábra A kapcsolótábla 3D nyomtatott háza, kézigázkkal szerelve

#### 4. ÖSSZEFOGLALÁS

A myRio és a LIN hálózat kiemelésével sikerült jelentősen csökkenteni a rendszer fogyasztását, míg az új vezérlő képes minden olyan szükséges funkciót ellátni, mely az alapvető energiahatékony működéshez szükséges. A kapcsolótáblában elhelyezett vezérlővel felszabadult a beltérben a myRio helye is, ahova későbbi eszközöket lehet beszerezni, valamint a két csatlakozós kialakítás segíti a kábelkorbács egyszerűbb felépítését is.

#### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk kutatásaihoz az Új Széchenyi Terv keretein belül az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00001 számú projekt biztosított forrást. A kutatás az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

#### IRODALOMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Introduction to the Controlled Area Network <http://www.ti.com/lit/an/sloa101b/sloa101b.pdf> (Letöltve: 2020.02.08)
- [2] 16-Bit, 5V Digital Signal Controllers with PWM, SENT, Op Amps and Advanced Analog Features <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/dsPIC33EVXXXGM00X-10X-Family-Data-Sheet-DS70005144H.pdf> (Letöltve: 2020.02.08)
- [3] LM5166 Synchronous Buck Converter <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm5166.pdf> (Letöltve: 2020.02.06)
- [4] Ruzsinszki Gábor: *Mikrovezérlős rendszerfejlesztés C/C++ nyelven I.: PIC mikrovezérlők* 2013.08.15